



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

PETRI LEHTINEN
VALMET DNA:N OPC INTEGRAATIO

Kandidaatintyö

Tarkastaja: Mikko Salmenperä
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
11. tammikuuta 2017

TIIVISTELMÄ

Petri Lehtinen: Valmet DNA:n OPC integraatio

Valmet DNA OPC integration

Tampereen teknillinen yliopisto

Kandidaatintyö, 19 sivua, 4 liitesivua

Huhtikuu 2018

Teknisten tieteiden TkK -tutkinto-ohjelma

Pääaine: Automaatiotekniikka

Tarkastaja: Mikko Salmenperä

Avainsanat: Valmet DNA, OPC, automaatiojärjestelmä, integraatio, ISA-95, Distributed Control System

Automaatiojärjestelmien jatkuva kasvaminen on johtanut siihen, että monesti tehtaan sisällä on monien eri valmistajien tuotteita. Näiden eri tuotteiden on monesti tarkoitus toimia yhteisymmärryksessä. Automaatiojärjestelmissä tähän on usein ratkaisuna OPC-protokolla (Open Platform Communications). Tässä työssä tarkoituksena tutustua OPC-protokollaan ja sen soveltamiseen Valmet DNA -automaatiojärjestelmässä (Dynamic Network of Application).

Työssä suoritettun PoC:n (Proof of Concept) tarkoituksena oli saada Tampereen teknillisellä yliopiston tislauskolonnin Valmet DNA -automaatiojärjestelmän sisäisesti kulkeva mittausdata näkymään OPC -palvelimella. OPC -palvelin mahdollistaa muiden sovellusten käyttää DNA -automaatiojärjestelmässä mitattua dataa. Työn aikana selvisi, että kyseisiä integraatiotapoja on muutamia ja, että Valmet DNA:han on toteutettu hyvä ja monipuolinen OPC-liitännäisyys.

Työn tuloksena mittausdata saatiin näkymään OPC -palvelimella. Mittausdata saatiin näkyviin OPC -palvelimella käyttämällä staattista nimiavaruutta, joka luotiin konfiguraatiotiedostolla OPC -palvelimelle.

Tämän työn tuloksia voidaan käyttää avuksi, mikäli halutaan käyttää tislauskolonnin mittausdataa kolmannen osapuolen sovelluksissa.

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
2.	AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN INTEGRAATIO.....	2
2.1	ISA-95	3
2.2	OPC	4
2.2.1	OPC Classic	4
2.2.2	OPC Data Access	6
3.	DNA	7
3.1	DNA yleisesti	7
3.2	DNA-työkalut.....	8
3.3	DNA-ohjauspiirit.....	10
3.4	DNA-sovelluksen toiminnallisuus	11
3.5	DNA OPC Server	12
4.	VALMET DNA:N OPC INTEGRAATIO	13
4.1	Tislauskolonnin automaatioverkko	13
4.2	Integraatio FbCAD OPC-toimilohkoilla	14
4.3	Integraatio staattisen nimiavaruuden avulla.....	16
5.	TULOSTEN ARVIOINTI JA YHTEENVETO	17
	LÄHTEET.....	19
	LIITE 1: DNA OPC LÄHTÖLOHKON PARAMETRIT	20
	LIITE 2: DNA OPC SERVER LOHKON PARAMETRIT	22
	LIITE 3: DNA OPC GROUP LOHKON PARAMETRIT	23

LYHENTEET JA MERKINNÄT

AR	Augmented Reality
CIM	Computer-integrated Manufacturing
COM	Component Object Model
DCOM	Distributed Component Object Model
DCS	Distributed Control System
DMZ	Demilitarized Zone
DNA	Dynamic Network of Application
EAS	Engineering Activity Server
ERP	Enterprise Resource Planning
FBD	Function Block Diagram
I/O	Input/Output
IEC	International Electrotechnical Commission
ISA	International Society of Automation
MES	Manufacturing Executing System
OLE	Object Linking and Embedding
OPC	OLE for Process Control tai Open Platform Communications
OPC-UA	OPC Unified Architecture
PC	Personal Computer
PCS	Process Control Server
PID	Proportional-Integral-Derivative Controller
PLC	Programmable Logic Controller
POC	Proof of Concept
RDC	Remote Desktop Connection
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
TTY	Tampereen teknillinen yliopisto
VPN	Virtual Private Network

1. JOHDANTO

Tampereen teknillisen yliopiston systeemitekniikan laitoksen tiloissa on opetus- ja tutkimuskäyttöön tarkoitettu tislauskolonni. Tislauskolonni on otettu käyttöön vuonna 1983 ja automaatiojärjestelmä on modernisoitu vuonna 2014 osana Tampereen teknillisen yliopiston tutkimuksen ja opetuksen infrastruktuurien kehityksessä. Tislauskolonniin liittyviä opinnäytetöitä on tehty paljon näinä vuosina ja ympäristö on ollut jatkuvassa kehityksessä. Tähän asti tislauskolonni on pitkälti ollut prosessinaan omansa, eikä liityntöjä muihin sovelluksiin ole tarvittu. Tästä syntyikin tarve tälle kyseiselle kandidaatintyölle.

Uusi korkeakouluyhteisö Tampere3 aloittaa toimintansa 1.1.2019. Tällöin ristiin opiskelu Tampereen teknillisen yliopiston, Tampereen yliopiston ja Tampereen ammattikorkeakoulun välillä mahdollistetaan. Rajapintaa, joka tässä työssä on tarkoitus toteuttaa, voidaan hyödyntää esimerkiksi AR-sovelluksissa (Augmented Reality). Mikäli esimerkiksi opiskelija Tampereen yliopistolta sisällyttää opintoihinsa kursseja, jotka sisältävät opiskelua liittyen Tampereen teknillisellä yliopistolla sijaitsevaan tislauskolonniin, ei hänen tarvitse lähteä Hervantaan asti tutustumaan tislauskolonniin. Sen sijaan hän voi AR-sovelluksen avulla saada tarvitsemansa tiedot tislauskolonnista.

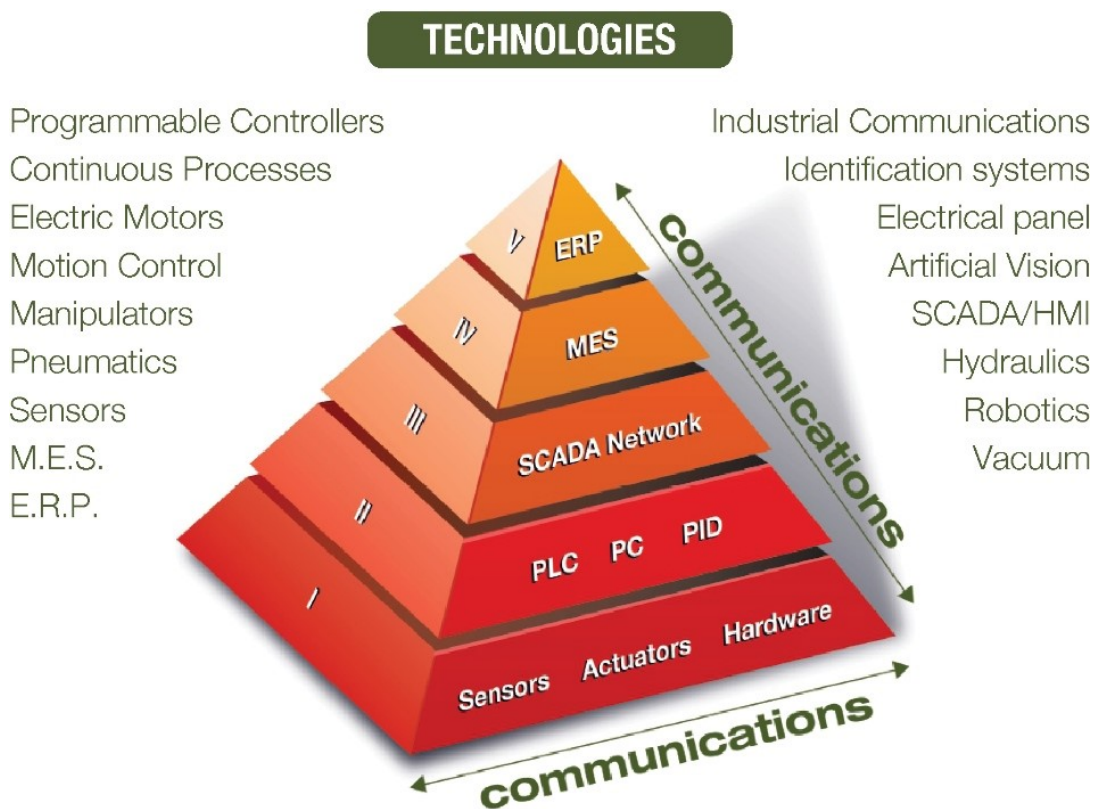
Tislauskolonni on täysin automatisoitu vuodesta 2000 lähtien ja automaatiojärjestelmänä toimii tänä päivänä Valmet Automationin ValmetDNA (Valmet Dynamic Network of Application). Nykyisestä tislauskolonnin automaatiosta ei ole toteutettu liityntöjä muualle, eikä automaatiojärjestelmästä kerätä dataa rajapintaan, josta sitä voisi hyödyntää muissa sovelluksissa.

Tämän työn tarkoituksena on tutkia DNA:n integraatiota OPC:lla (Open Platform Communications), jotta automaatiojärjestelmän dataa voitaisiin käyttää kolmannen osapuolen sovelluksissa. Työssä tehdään integraatioon liittyen PoC (Proof of Concept), jolla pyritään todistamaan tällaisen integraation mahdollisuus. Tässä työssä ei keskitytä kolmannen osapuolen sovelluksien luontiin tai käyttöönottoon.

Toisessa luvussa käydään läpi tarvittava teoreettinen tieto OPC:sta. Kolmannessa luvussa käydään läpi DNA:n teoriaa siltä osin, että tämän työn ymmärtäminen on mahdollista. Neljännessä luvussa käydään läpi PoC:in toteuttamiseen suoritettavat vaiheet. Viidennessä luvussa käydään läpi tulokset ja arvioidaan työn onnistuneisuus.

2. AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN INTEGRAATIO

Tehdas-mittakaavassa olevat automaatiojärjestelmät ovat vuosien saatossa kasvaneet isoiksi ja monimutkaisiksi kokonaisuuksiksi. Yhä vain useampi tehtaan prosessi halutaan automatisoida ja näin ollen kokonaisuus ja kompleksisuus kasvaa. Jotta tätä kompleksisuutta voidaan hallita, on luontevaa, että kokonaisuus jaetaan pienempiin osakokonaisuuksiin. Automaatiossa eräs esimerkki tästä jaottelusta on ”automaatiopyramidi”, joka on esiteltyä kuvassa 1.



Kuva 1. Automaation tasot. ”Automaatiopyramidi” [6].

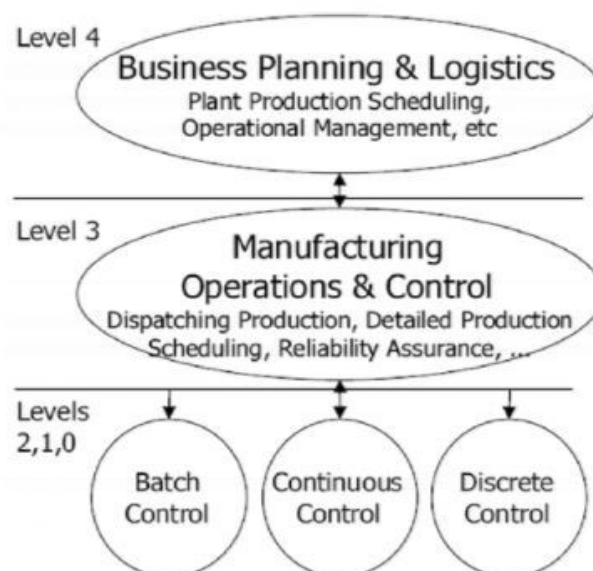
Kuvan 1 pyramidin ensimmäisellä tasolla sijaitsee automaatiojärjestelmän fyysiset kentälaitteet, jotka tuottavat järjestelmälle prosessoitavaa informaatiota, kuten anturit ja toimilaitteet. Toinen taso kattaa säätöä koskevat loogiset laitteet, kuten PLC:n (Programmable Logic Controller), PC:n ja PID-säätimen (Proportional-Integral-Derivative). Kolmannella tasolla on SCADA-järjestelmät (Supervisory Control And Data Acquisition), joka kattaa automaatiojärjestelmän valvomo-ohjelmiston. Neljännellä tasolla on MES-järjestelmä (Manufacturing Executing System), joka vastaa tehtaan tuotannosta. MES-tasolla käsitellään muun muassa tehtaan tavara-, sekä informaatiovirtoja. Viidennellä ja ylimmällä tasolla on ERP-järjestelmä (Enterprise Resource Planning), joka integroi yrityksen toimintoja, kuten tuotantoa, jakelua, varastonhallintaa, laskutusta ja kirjanpitoa.

[6] Mitä alemmille tasoille pyramidissa mennään, sitä tiukemmiksi reaaliaikavaatimukset asettuvat. Antureiden ja toimilaitteiden vastausajat ovat millisekunneista sekunteihin, kun taas ERP-järjestelmissä vastausajat voivat olla jopa viikkoja. [2]

2.1 ISA-95

Kuvan 1 automaatiopyramidi on hyvä tapa erotella yrityksen eri osakokonaisuudet, mutta se ei kuitenkaan ole kovin yksityiskohtainen eikä riittävän tarkka määrittelemään kompleksisia järjestelmiä niitä suunnitteleville asiantuntijoille. Tosiasia on kuitenkin se, että automaatiojärjestelmissä on useita tasoja eri vaatimuksilla ja niiden tarvitsee keskustella keskenään [2].

Ajatus järjestelmän eri tasojen integraatiosta ei ole uusi. 1970-luvulla esiteltiin termi computer-integrated manufacturing (CIM), jonka pyrkimyksenä oli saada yksittäisiä integrointiratkaisuja yhdistettyä yhdeksi toimivaksi standardimaiseksi ratkaisuksi. CIM kuitenkin epäonnistui, eikä se saanut standardin omaista suosiota teollisuudessa. CIM:n syntymisen jälkeen automaation tasojen integraatio on kuitenkin ollut jatkuvan kehityksen kohteena. Vasta 2000-luvulla International Society of Automation (ISA) kehitti ISA-95 standardin, joka on ensimmäinen laajalti hyväksytty standardi automaation tasojen väliin integraatioon. International Electrotechnical Commission (IEC) julkaisi ISA-95 standardin omalla tunnuksellaan IEC 62264. [2] ISA-95 hierarkiamallin tasot on esitetty kuvassa 2. Tasot mukailevat hyvin pitkälti kuvassa 1 esitetyn automaatiopyramidin tasoja. Kaikkien näiden tasojen integraatio vaatii yhtenäisen tietoliikenteen pohjan, joka automaatioissa on useimmiten TCP/IP [7].



Kuva 2. ISA-95 Hierarkiamallin tasot [2].

2.2 OPC

1990-luvun alussa Microsoft-pohjaiset käyttöliittymät dominoivat teollisuudessa. Myös automaatiotoimittajat alkoivat käyttämään Microsoftia tukevaa COM:ia (Component Object Model) ja DCOM:ia (Distributed Component Object Model) tuotteissaan. Kyseisillä teknologioilla ylläpidetään eri sovelluksien ja palvelujen välistä kommunikointia. Myös DNA:ssa on käytetty kyseisiä standardeja, mutta nykyisellään niitä ei enää käytetä.

Suuremmat automaatiojärjestelmät koostuvat monien eri valmistajien tuotteista. Tarve uudelle ja paremmalle teknologialle automaatiojärjestelmien integraatioon syntyi. Vuonna 1995 automaatiojälleenmyyjät Fisher-Rosemount, Intellution, Opto 22 ja Rockwell Software ryhmittäytyivät ja rupesivat kehittämään tekniikkaa, joka pohjautuisi aikaisemmin käytettyihin Microsoftin COM- ja DCOM-tekniikoihin. Standardin nimeksi valikoitui OPC (OLE for Process Control). Nykyisellään OPC tulee sanoista Open Platform Communications. Vuotta myöhemmin ryhmittymisen jälkeen julkaistiin ensimmäinen versio OPC DA:sta. Seuraavan vuoden sisällä muutamat muutkin automaatiojälleenmyyjät rupesivat käyttämään OPC:tä tuotteissaan. Pian OPC:n kehittäjät totesivatkin, että standardille tarvitaan muodollisempi järjestö valvomaan ja ylläpitämään standardia, ja näin muodostuikin OPC Foundation syyskuussa 1996. OPC-tuotteille voidaan myös hakea OPC Foundationin tunnustamalta laboratorioilta OPC Test Lab Certified Product -sertifikaattia, joka takaa tuotteen oikeanlaisen toiminnan. [4]

OPC:ta käyttää maailmanlaajuisesti yli 3,500 yritystä tuotteissaan. Näitä tuotteita on markkinoilla yli 22,000. Kaikki suurimmat automaatiojärjestelmät tukevat OPC:ta, myöskin tässä työssä käytettävä Valmet DNA. [2]

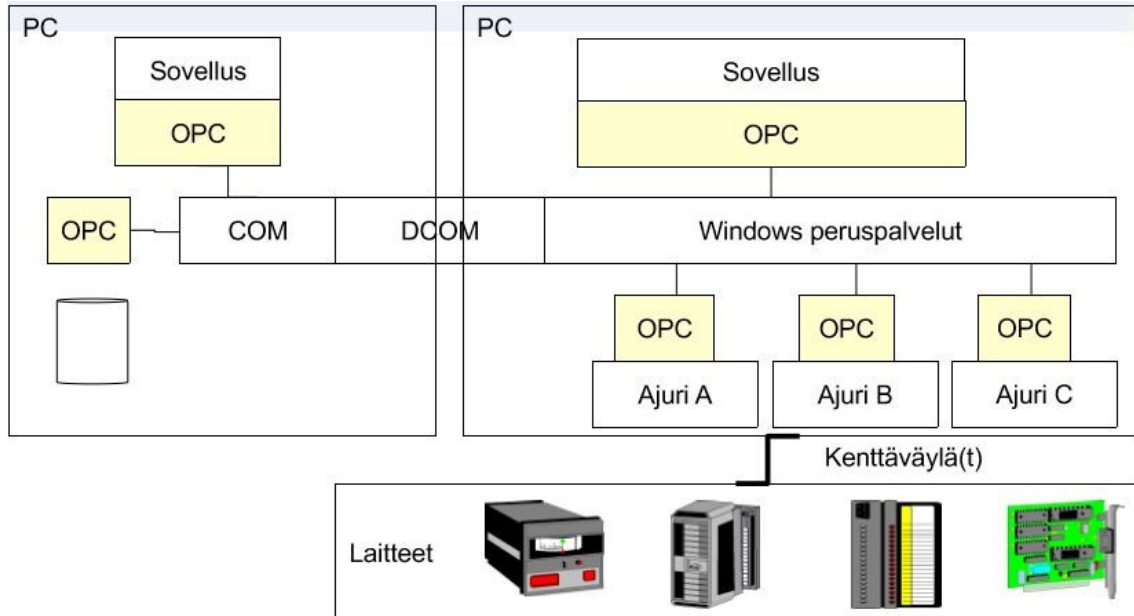
2.2.1 OPC Classic

OPC on vuosien kuluessa jakautunut eri toimintoihin: OPC DA (Data Access), OPC AE (Alarms&Events) ja OPC HDA (Historical Data Access). DA sisältää datan kirjoittamisen ja lukemisen. AE määrittelee prosessihälytyksistä syntyvän datan käsittelyä. HDA puolestaan käsittelee varastoitua dataa ja kaikkea, mitä sillä voidaan tehdä, kuten trendien piirtämistä. Näistä kolmesta toiminnosta käytetään usein nykyään nimitystä OPC Classic. Kuten kuvasta 4 nähdään, OPC Classicin toiminnot ovat kaikki itsenäisiä ja toiminnot keskustelevat omilla rajapinnoillaan, eivätkä ne vaikuta toisiinsa.

Koska OPC Classic on täysin pohjautunut Microsoftin COM- ja DCOM-tekniikoihin, on se aina ollut sidoksissa Microsoft käyttöjärjestelmään eikä sitä ole voitu käyttää muilla käyttöjärjestelmillä. Uusin määrittely OPC:sta on OPC-UA (OPC Unified Architecture). Tämä uusin määrittely mahdollistaa rajapinnan toteutuksen Javalla, .NET-ympäristöllä

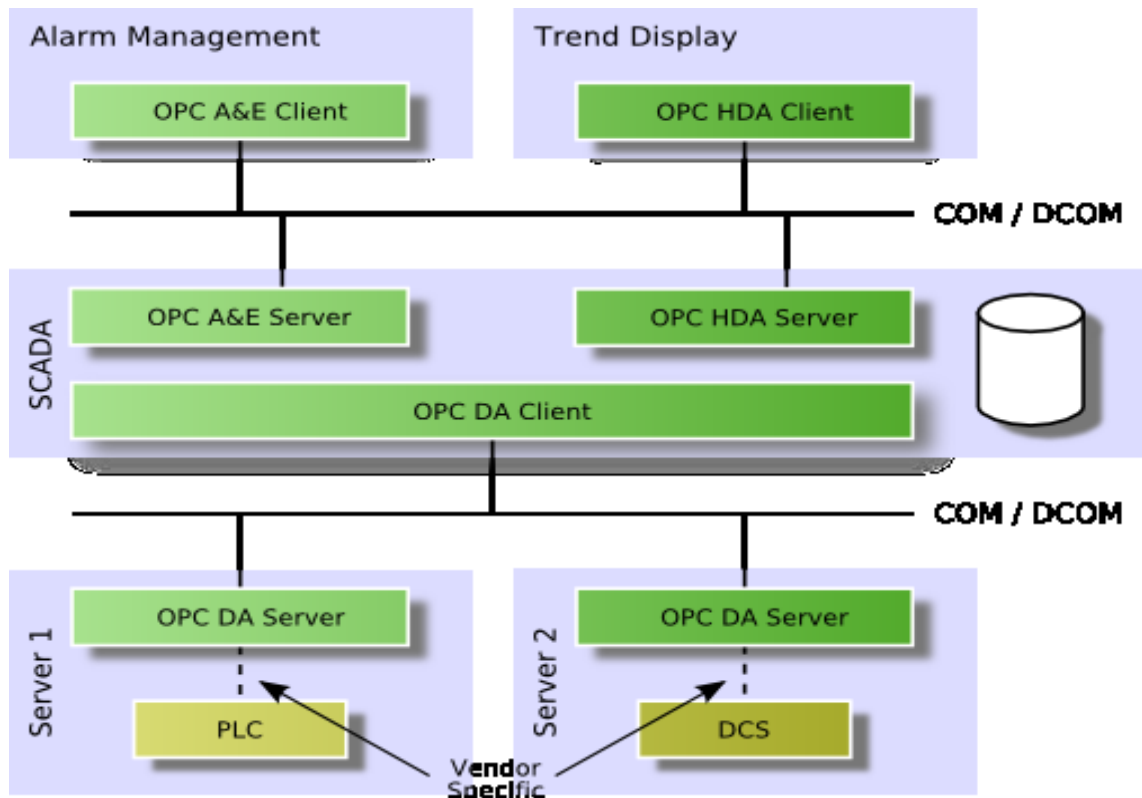
tai C-kielellä. Tämä mahdollistaa OPC standardin käytön myös muilla alustoilla kuin Windowsilla.

OPC:n tarkoituksena on tarjota standardi rajapinta, jolla on helppo liittyä eri valmistajien sovellusratkaisuihin. OPC on laajasti hyväksytty ja käyttää tietoliikenneverkkoa tehokkaasti. Sen yhdeksi vahvuudeksi voidaan myös lukea sen tehokkuus ja skaalautuvuus laajoihin sovelluksiin. [5] OPC pyrkii korvaamaan hintavia ja paljon työllistäviä laitteisto-kohtaisia ohjelmistoajureita kuvan 3 mukaisesti.



Kuva 3. OPC:n perustoiminnallisuus [7].

OPC käyttää kommunikointiin asiakas/palvelu -mallia. Kommunikointi voi tapahtua kysely- tai tapahtumapohjaisena. Kyselypohjaisessa (polling) kommunikoinnissa asiakas pyytää palvelulta tietoja, kun taas tapahtumapohjaisessa kommunikoinnissa palvelu toimittaa asiakkaalle tietoja aina tiedon tilan muuttuessa.



Kuva 4. OPC:n tyypillinen konfiguraatio [8].

Tässä työssä käytetään ainoastaan OPC Classicin Data Access -toimintoa, joten keskitytään siihen enemmän ja jätetään OPC UA:n teoriaosuus käymättä. Tässä työssä tarkoituksena on siis luoda kuvassa 4 näkyvä DCS:n (Distributed Control System) ja DA Serverin välinen yhteys.

2.2.2 OPC Data Access

OPC DA on käytetyin OPC-protokolla, koska se sisältää juuri sen ydinominaisuuden, jossa OPC:ssa on kyse: reaaliaikaisen tiedon kirjoittamisen ja lukemisen. Useimmiten DA:ta käytetään tapauksissa, joissa fyysisiltä laitteilta, kuten PLC:lta luetaan tietoja HMI:lle (Human-Machine Interface), SCADA- tai ERP/MES-järjestelmille.

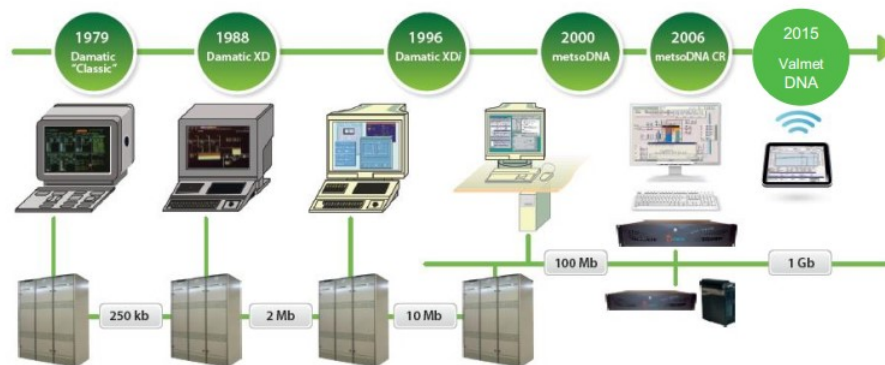
DA:ssa jokaiselle mitta-arvolle määrätään tagi, eli eräänlainen muuttuja. Mikäli kommunikointitavaksi on valittu tapahtumapohjainen kommunikointi, OPC Server lähettää asiakkaalle tagin arvon aina sen muuttuessa. Kyselypohjaisessa kommunikoinnissa asiakas pyytää OPC Serveriltä tagin arvon. Jokaisella tagilla on myös nimen lisäksi arvo, aikaleima ja laatu (good/bad). Aikaleimat voidaan kirjata tagiin joko mitta-arvon tuottaneelta kenttälaitteelta tai OPC Serveriltä. Mikäli kenttälaitte tai -väylä ei tarjoa aikaleimaa, tulee aikaleima automaattisesti OPC Serveriltä.

3. DNA

DNA on yksityiskohtainen hajautettu automaatiojärjestelmä (DCS). Se sisältää muun muassa prosessin tai koneen tiedonkeruun ja -hallinnan sekä kenttälaitteiden toimintakyvyn monitoroinnin. DNA:ta voidaan käyttää PLC:na tai SCADA -järjestelmänä. [6] DNA:han tutustutaan tässä luvussa hieman yleisesti, mutta pääsisältö painottuu DNA-sovelluskehitystyöhön, koska se on tämän työn kannalta kaikista tärkein kokonaisuus.

3.1 DNA yleisesti

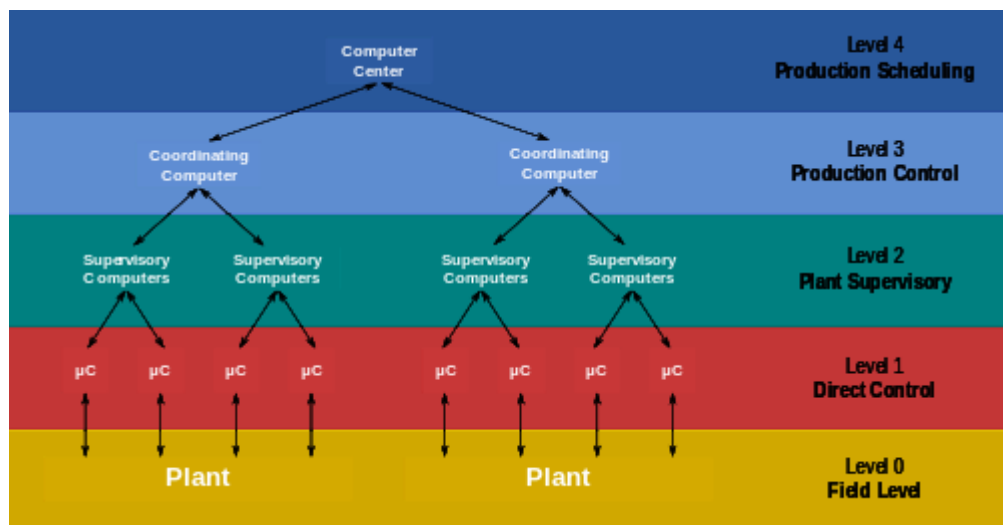
DNA-järjestelmällä on pitkä historia prosessien ohjauksessa. Elektroniikan kehitys 70-luvulla loi edellytyksiä teknologiamurrokselle. Tämä johti myös siihen, että silloinen Valmet tilasi tutkimuskeskus VTT:ltä ideointi- ja selvitysprojektin [10], jonka avulla Valmet tulisi kehittämään ensimmäisen hajautetun automaatiojärjestelmän Damaticiin. Damaticia markkinoitiin ensimmäisen kerran Automaatiopäivillä 1978, jonka jälkeen tuotteen varsinainen myyntityö alkoi. Tuotteen ensimmäisen installaation jälkeen maailmalla huomattiin, että tuote oli erittäin onnistunut. Nykypäivänä Damaticia kutsutaan DNA:ksi. Tuotteen nimi on vaihtunut useaan kertaan tuotteen kehityskaaren ja yritysjärjestelyjen myötä, kuten kuvasta 1 voidaan todeta. Nykyisin versio on Valmet DNA, joka päivitettiin tislaukolonnille MetsoDNA:sta joulukuussa 2017.



Kuva 5. DNA:n kehitys [8]

DNA on DCS-ohjausjärjestelmä. Nimensä mukaisesti ohjausjärjestelmä voidaan hajauttaa. Hajautetussa järjestelmässä etuna on se, että kaapelointia ei tarvitse jokaiselta kenttälaitteelta viedä samaan yksikköön, vaan prosessin jokaisella osa-alueella on oma yksikkönsä, jotka yhdistetään yhtenäiseen valvomoon. Tämä seikka tuo huomattavia helpotuksia kustannuksiin, ja ylläpito on myös helpompaa. DCS-järjestelmiä käytetään usein isoissa prosesseissa, joissa kenttälaitteiden etäisyydet kasvavat suuriksi.

Kuten DCS-järjestelmillä on tapana, on myös DNA:lla kuvan 6 mukainen viisikerroksinen verkko järjestelmän sisällä. Alimmalla 0-tasolla on fyysiset kenttälaitteet, kuten lämpötila-anturit, säätöventtiilit jne. 1. kerroksessa sijaitsee I/O (input/output) -laitteet eli yksiköt, joihin data ohjautuu fyysisiltä kenttälaitteilta. 2. kerroksessa on prosessointiasemat, jotka käsittelevät tietoa, joka tulee I/O-laitteilta. Tässä kerroksessa myös tuotetaan valvomoon näyttökuvat perustuen reaaliaikaisiin tietoihin, jotka saadaan I/O-laitteilta. 2. kerroksessa tapahtuu tuotannonohjaus ja 4. kerroksessa tuotannon suunnittelu. Kolmas ja neljäs kerros eivät suoranaisesti kuulu prosessinohjaukseen, mutta ne voidaan lukea kuuluvaksi DCS-järjestelmään. Tässä työssä ei myöskään tulla käsittelemään tasoja 3 ja 4.



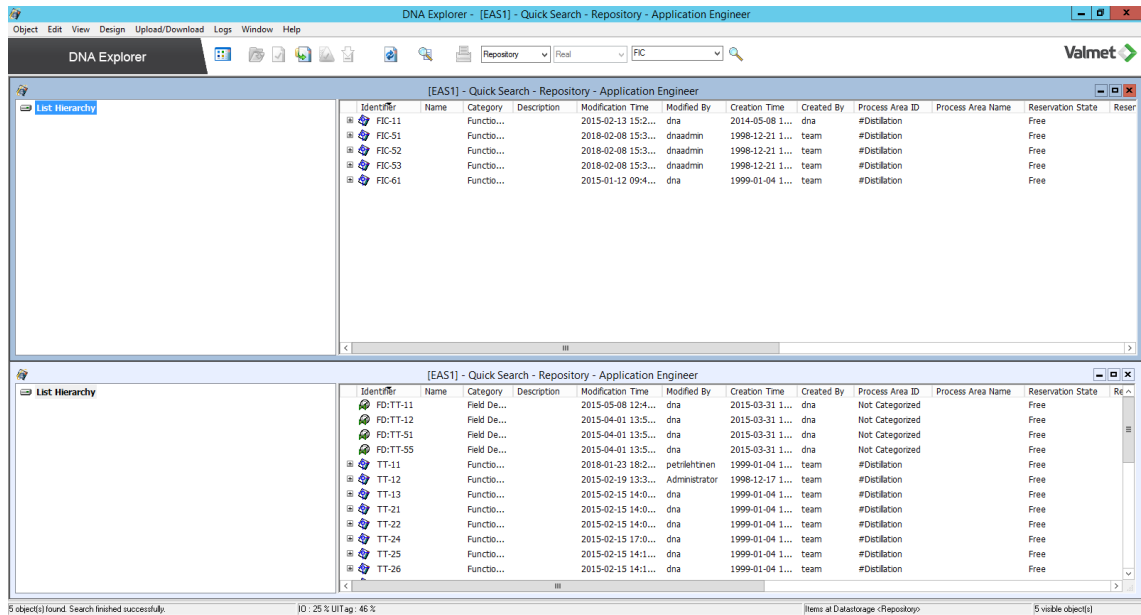
Kuva 6. DCS-järjestelmän kerrokset [14].

3.2 DNA-työkalut

DNA-sovelluksen kehitykseen on paljon eri tarkoituksiin tarkoitettuja työkaluja. Tässä kandidaatintyössä tutustutaan kuitenkin vain niihin, mitkä ovat tärkeitä tämän työn ymmärtämisen kannalta.

Sovelluskehitystyössä erittäin keskeinen työkalu on ohjauspiirien kehittämisohjelma Function block CAD (FbCAD). FbCAD:ssä sovelletaan kielenä Valmetin itse standardoimaa Function Block Diagram -kieltä, joka pitää erottaa IEC 61131-3:ssa määritellystä kielestä. FBD:ssä voidaan osoittaa graafisin toimilohkoin logiikka inputien ja outputien välillä. Kuvassa 7 on esitetty yksinkertainen analogiamittauspiiri käyttäen FBD:tä. Vasemmalta puolelta mittauspiiri saa fyysiseltä I/O:lta inputin, jonka piiri ottaa talteen ja suorittaa mittauspiirissä inputille halutut toimilohkojen mukaiset loogiset operaatiot.

DNA Explorer on työkalu, joka sitoo suurimman osan DNA-kehitystyössä tarvittavista työkaluista. Explorer näyttää EAS-repositorien (Engineering Activity Server) sisällön (ohjauspiirit, valvomonäytöt, kenttälaite konfiguraatiot jne.). Kun EAS:n yksittäistä kohdetta kaksoisklikataan, riippumatta minkä tyyppinen se on, osaa Explorer avata sen oikeanlaisella työkalulla. Exploreriin käyttäjät voivat luoda omia workspaceja. Tämä onkin suotavaa, koska sovelluskehityksessä työskentelee usein monta henkilöä samassa repositoriossa. Kuvassa 8 on esitetty kuvakaappaus DNA Explorerin näkymästä.



Kuva 8. DNA Explorer suunnittelu- ja ylläpitotyökalu

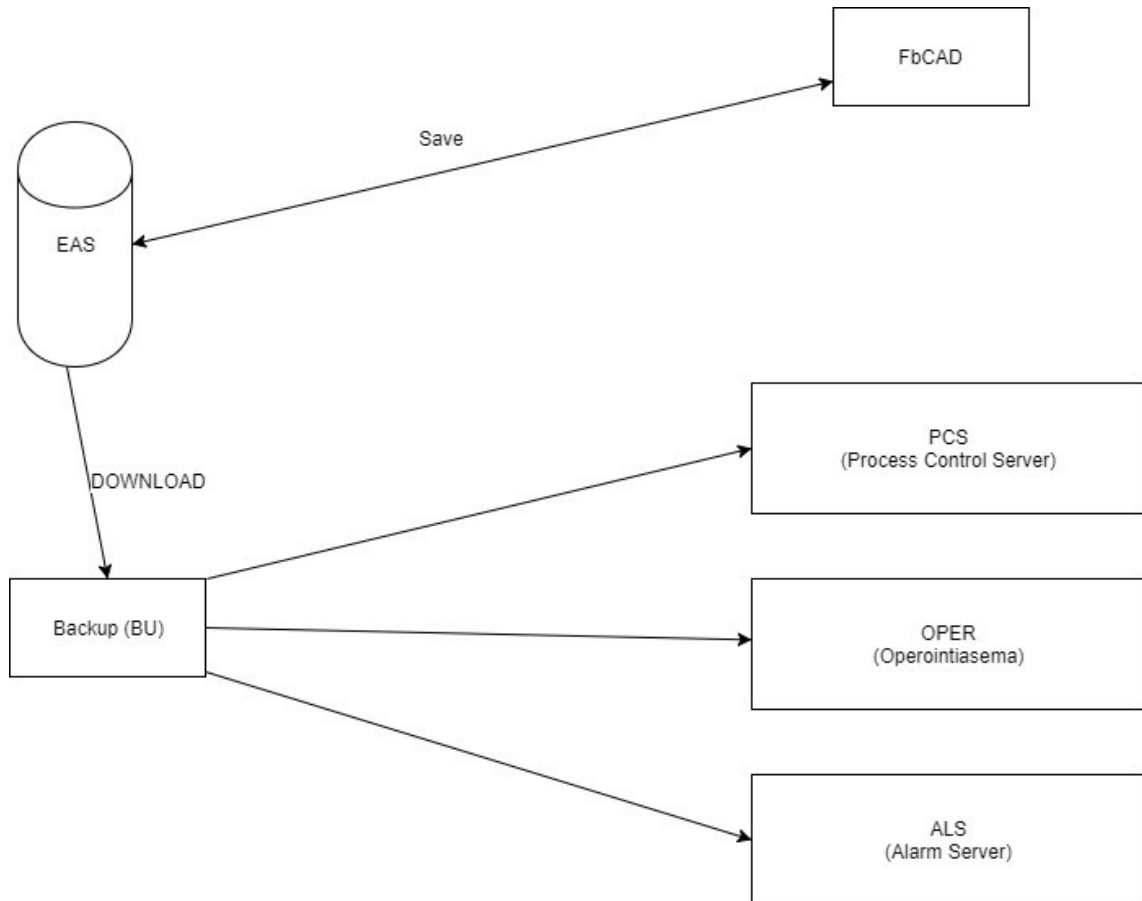
3.3 DNA-ohjauspiirit

Ohjauspiirit luodaan FbCAD:illä ja sen jälkeen piirit ladataan PCS (Process Control Server) -palvelimelle EAS:ltä. PCS:llä ohjauspiirit ohjaavat fyysisten I/O-moduulien kautta ohjattavaa prosessia tai konetta.

DNA-järjestelmän sisällä on globaali nimiavaruus ohjauspiireille. Näitä nimiavaruuden piirien nimiä kutsutaan tageiksi. Tageja voidaan kutsua muissa ohjauspiireissä tarvittaessa. Tagien nimeämisessä käytetään ISO 14617-6 -mukaisia nimityksiä [3]. Tagit voivat koostua yhteensä viidestä kirjaimesta, joskin kaikkia näitä kirjaimia ei todellisuudessa ole samassa tagissa. Ensimmäinen kirjain on tagin mittaava arvo. Toinen kirjain on muunnin (modifier), esimerkiksi suhde tai ero. Kolmas kirjain kuvaa tagin passiivista funktiota, kuten sensoria tai osoitinta. Neljäntenä kirjaimena on tagin output funktio, kuten ohjaus tai kytkin. Viidentenä kirjaimena on output funktion muunnin, kuten sulje tai avaa [3]. Usein piirit kuitenkin ovat joko ohjaavia tai mittaavia piirejä, joten ne koostuvat noin 2–3 kirjaimesta. Esimerkiksi TT-11 tarkoittaa lämpötilan mittaus -piiriä eli temperature transmitteria. Puolestaan TIC-12 on lämpötilan ohjauspiiri. Numerot näiden tagien perässä ovat usein juoksevia numeroita, eikä niillä ole suurempaa merkitystä.

3.4 DNA-sovelluksen toiminnallisuus

DNA:n sovellus toimii käytännössä EAS:n, backupin ja erinäisten operointi- ja prosessipalvelimien ympärillä. Kuva 4 havainnollistaa sovelluksen hierarkiaa.



Kuva 9. DNA-sovellushierarkia

DNA:n sovelluksen ydintoiminta perustuu siihen, että jokaiselle toimilaitteelle on jonkinlainen ohjauspiiri ja fyysinen I/O-kanava. Otetaan yksinkertaisena esimerkkinä lämpötila-anturi. Lämpötila-anturi antaa dataa (useimmissa tapauksessa 4–20 mA virtaviesti) I/O-kanavalle. Nyt järjestelmässä ajossa oleva sovellus lukee tästä I/O-kanavasta saadun tiedon ja ottaa sen sovellukselle käyttöön. Sovellus käyttää tätä tietoa esimerkiksi valvomönäytöissä tai piirien ohjauksessa kuvan 7 mukaisesti.

EAS on repositorio, jossa kaikki prosessiin liittyvät ohjauspiirit, ohjelmakoodit sekä näytökuvat säilötään. EAS:stä voidaan hakea piirejä FbCAD:iin muokattavaksi ja FbCAD:sta voidaan tallettaa muutokset piireille takaisin EAS:iin. EAS:stä puolestaan nämä koodit ja piirit voidaan manuaalisesti ladata edelleen operointi- ja prosessipalvelimille (kuvassa 9 PCS&OPER). Ohjauspiirit ja koodi kulkevat kuitenkin operointi- ja prosessipalvelimille backup-palvelimen kautta, jonne tallentuu viimeisin versio ladattavasta ohjauspiiristä. Backup-palvelin ottaa myös kaikista järjestelmässä pyörivistä koodeista varmuuskopion tietyin aikavälein. Tämä aikaväli riippuu DNA-automaatiojärjestelmän konfiguraatiosta.

Prosessipalvelimilla ei itsessään ole omaa kovalevyä vaan aina niiden käynnistyessä, hakee se ohjelman backup-palvelimelta.

Kun EAS:iltä ladataan ohjauspiirejä palvelimille, ainoastaan FbCAD-kuvista generoidut konfiguraatiofunktiot ladataan. Kuvassa 7 oikealla ylhäällä näkyvät kolme lohkoa määrittelevät nämä konfiguraatiofunktiot. Kuvassa 7 ensimmäisenä vasemmalla sijaitseva lohko määrittelee piirin jatkuvan ohjauksen konfiguraation prosessipalvelimelle (PCS). Keskimäinen lohko määrittelee operaatiofunktion operointipalvelimelle (OPER). Oikeanpuoleinen lohko määrittelee tapahtumafunktion hälytys- ja tapahtumapalvelimelle (ALS Server). [7]

3.5 DNA OPC Server

DNA:han on rakennettu valmiiksi OPC-rajapinta. DNA:han on mahdollista asentaa OPC DA Server. DNA:n OPC-palvelin voidaan asentaa samalle koneelle kuin PCS tai erilliselle koneelle.

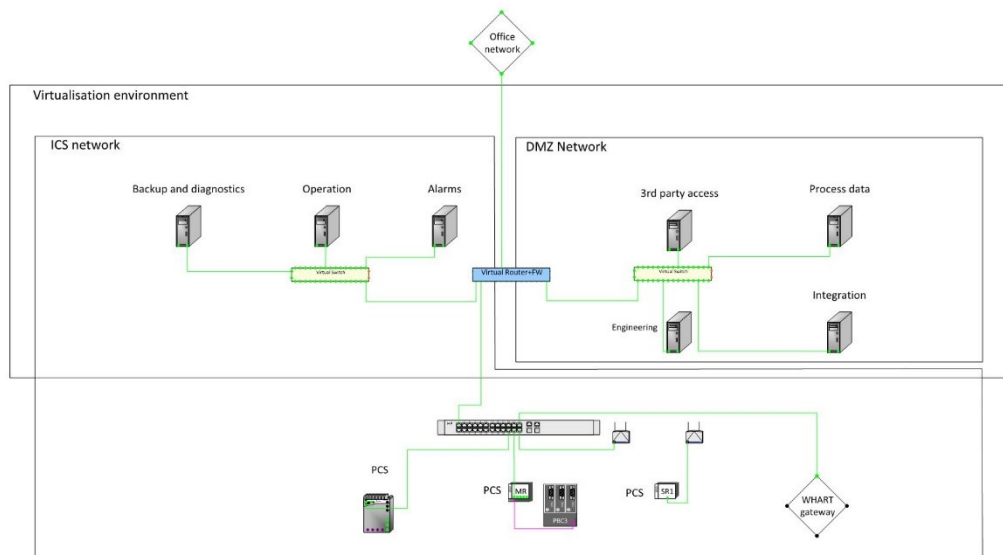
DNA:ssa PCS voi myös toimia OPC DA ja OPC A&E asiakkaana. PCS voi lukea ja kirjoittaa tietoa serveriltä riippuen serverin kirjoitus- ja lukuasetuksista. PCS voi kytkeytyä useaan OPC Serveriin. Käytännössä vain käytössä oleva muisti ja prosessorikapasiteetti rajoittavat mahdollisten serverien määrää. [7]

Prosessinohjauspalvelin (PCS) voi lukea ja kirjoittaa OPC Serverin muuttujia (esim. siihen liitettyjä I/O-yksiköitä). Jokainen alkio kuuluu vain yhteen ryhmään ja jokainen ryhmä kuuluu vain yhteen serveriin. Luettavan tai kirjoitettavan tiedon osoite määrätään antamalla OPC-palvelimen, -ryhmien ja -alkioiden tiedot omissa toiminnoissaan (OPC server, OPC group ja OPC item). [7]

4. VALMET DNA:N OPC INTEGRAATIO

4.1 Tislauskolonnin automaatioverkko

Kandidaatintyön aiheen saatua ensimmäisenä tehtävänä oli luoda minulle tislauskolonnin automaatioverkkoon VPN (Virtual Private Network) -käyttäjätunnukset. VPN-tekniikka mahdollisti työskentelyn omalta koneelta ilman fyysistä kytkeytymistä automaatioverkon kytkimeen. Kun käyttäjätunnukset automaatioverkkoon saatiin luotua, tarvitsin myös tunnuksia tislauskolonnin DNA-ympäristön EAS-koneelle. Samalla luotiin myös tunnuksia DNA:n OPC Serverille. VPN-yhteys muodostetaan kuvassa 10 olevaan DMZ-verkon (Demilitarized zone) virtuaalikytkimeen. DMZ-verkko on keino lisätä tietoturvaa verkkoon. DMZ-verkolla eristetään prosessin kannalta tärkeät palvelimet sellaisista koneista, jotka ottavat yhteyksiä esimerkiksi Internetiin. Kuvassa 10 on myös esiteltyä tässä työssä käytetty EAS -kone (Engineering), sekä OPC Server (Integration), jotka molemmat sijaitsevat DMZ-verkossa.



Kuva 10. Tislauskolonnin automaatioverkko

Jotta EAS-koneelle voidaan kirjautua, pitää ensiksi aktivoida VPN-yhteys automaatioverkkoon. DMZ-verkon virtuaalikytkimeen muodostetaan VPN-yhteys Ciscon AnyConnect Secure Mobility Clientillä (version 4.5.02036). Tämän jälkeen muodostetaan yhteys EAS-koneelle esimerkiksi Microsoft Windowsin RDC (Remote Desktop Connection) -työkalulla. OPC Server -koneelle saadaan yhteys muodostettua EAS -koneelta vastaavasti RDC:llä. OPC Serverille saa kyllä yhteyden suoraan VPN-yhteyden muodostettua omalta koneelta, mutta tässä työssä ollaan käytetty edellä mainittua järjestystä. EAS-koneella

käyttöjärjestelmänä toimii Microsoft Windows Server 2012 R2. OPC Server-koneella käyttöjärjestelmänä on Microsoft Windows 10.

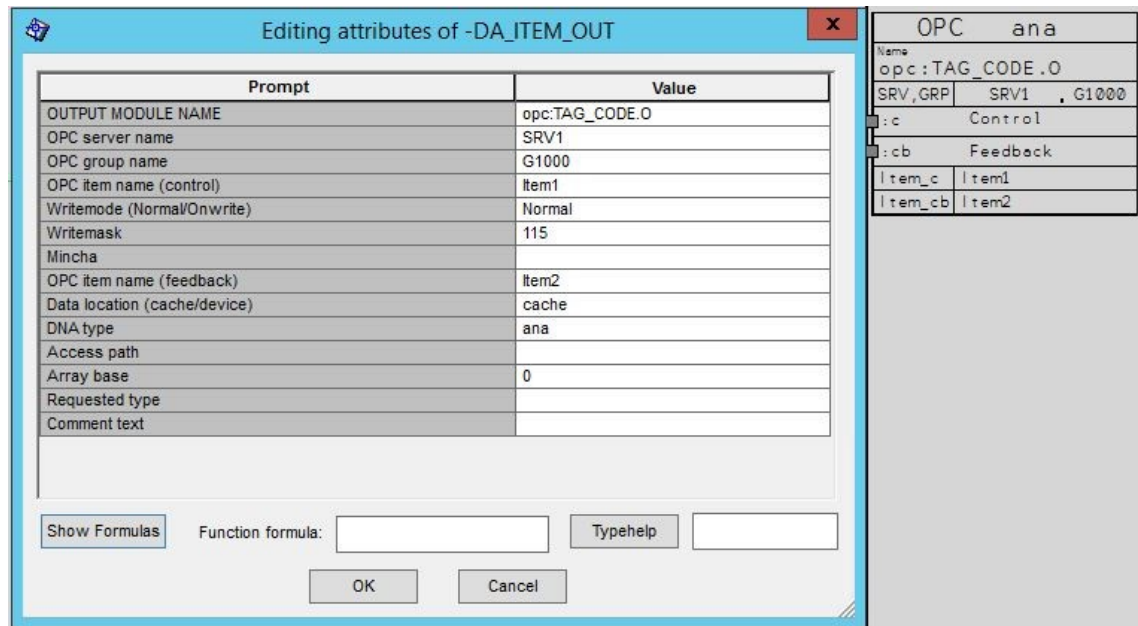
Tässä työssä käytössä olevaan DNA ympäristöön on OPC Server valmiiksi asennettu eikä OPC Serverin asennukseen oteta tässä työssä kantaa. DNA:n OPC Server -koneella on OPC Serverin asennuksen yhteydessä asennettu myös Valmet Test client -työkalu. Sillä voi tutkia niiden OPC Serverien sisältöä, jotka ovat yhteydessä DNA-järjestelmään. Tässä työssä DNA-järjestelmään on yhteydessä ainoastaan DNA:n oma OPC Server. Työn aloitusajankohtana Valmet Test client havaitsi DNA OPC Serverin, mutta tislusprosessin ohjauspiirien mitta-arvoja serverin sisällä ei kuitenkaan löytynyt. Työn tavoitteena on saada ohjauspiirien mitta-arvot näkyviin DNA:n OPC Serverillä.

4.2 Integraatio FbCAD OPC-toimilohkoilla

Konsultoidessa tämän työn ohjaajaa Mikko Salmenperää, tulin siihen ymmärrykseen, että käytössä olevassa DNA ympäristössä on OPC Server valmiiksi asennettuna, mutta halutut mitta-arvot täytyy saada kirjoitettua palvelimelle. Lähdin ratkaisemaan ongelmaa siitä näkökulmasta, että mitta-arvot täytyy saada kirjoitettua OPC Serverille, eikä kyse ole niinkään näkyvyys ongelmasta. Ajatuksena oli, että DNA-automaatiojärjestelmä toimii OPC-asiakkaana ja kirjoittaa järjestelmässä olevat mitta-arvot OPC-palvelimelle.

Tutkittuani koneita, joihin minulla oli myönnetty pääsy, löysin EAS-koneelta DNA Manuals työkalun, mikä herätti mielenkiintoni, koska DNA:sta ei tietoa ole saatavissa verkosta tai kirjaston lähteistä. Ilokseni löysin täältä ohjeita liittyen DNA:n ja OPC:n väliin kommunikointiin. DNA Manualsissa puhutaan muun muassa DNA:n OPC-palvelimen asennuksesta ja konfiguraatiosta, sekä OPC-asiakasliitynnästä.

Tämän manuaalin mukaan asiakasliityntä muodostetaan lisäämällä jo olemassa oleviin, mittauksista suorittaviin FbCAD-piireihin oikeanlaiset OPC I/O, OPC Server ja OPC Group toimilohkot. Koska tämän työn tarkoituksena on vain kirjoittaa mitta-arvoja palvelimelle, tarvitaan ainoastaan lähtötoimilohkoja, sekä OPC-palvelimen konfiguraatioon tarvittavia OPC Server ja OPC Group -toimilohkoja. Kuvassa 11 on esiteltyä FbCAD:in OPC lähtötoimilohko. Liitteessä 1 on eritelty lähtötoimilohkon parametrien tarkoitukset.



Kuva 11. FbCAD OPC-lähtötoimilohko

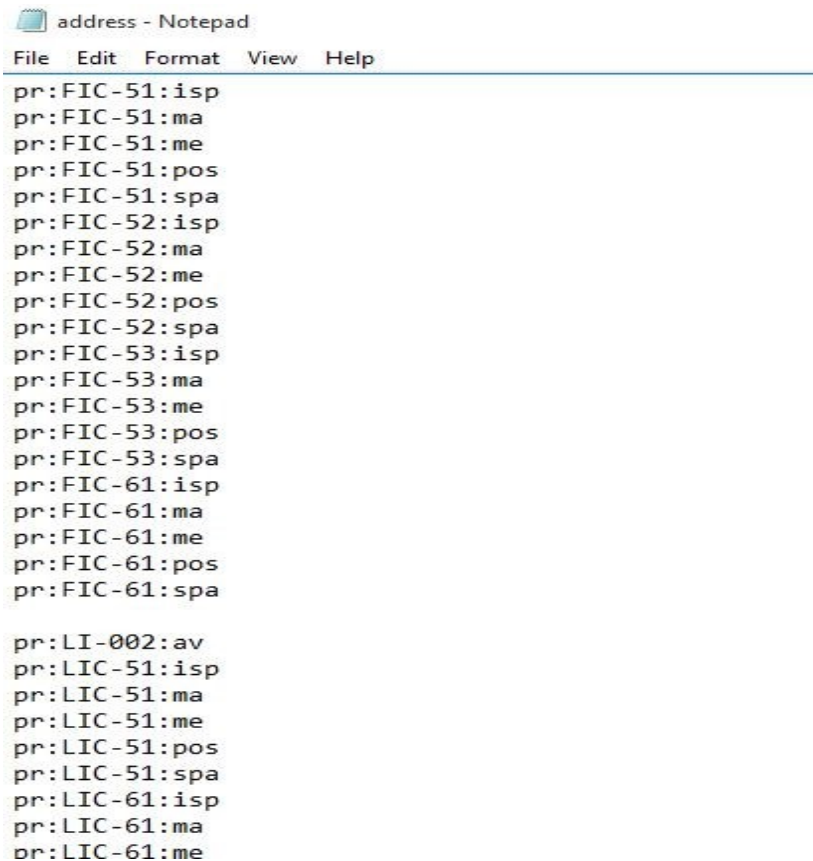
OPC-palvelimen konfigurointia varten luotiin uusi FbCAD-piiri tagiltaan *OPC*. Piirissä määritellään OPC-palvelimelle ja OPC-ryhmälle parametrit. Ne määritellään lisäämällä piiriin FbCAD:illä OPC-ryhmä, sekä OPC-palvelin toimilohko. OPC-ryhmä ja OPC-palvelin toimilohkoille määriteltävien parametrien tarkoitukset löytyvät liitteistä 2 ja 3. Piirin luonnin jälkeen OPC-piiri ladattiin PCS:lle käyttäen DNA Explorerin download -komentoa.

OPC lähtölohkoilla integroimista yritettiin yksinkertaisilla analogimittauspiireillä kuten TT-11. Piiriin lisättiin OPC lähtölohko ja asetettiin parametrit lohkolle liitteen 1 mukaisesti. Kun vaaditut muutokset oli tehty FbCAD-piireihin (OPC sekä TT-11), ladattiin ne EAS:ilta PCS:lle käyttäen DNA Explorerin download -komentoa. Kun download -komento oli onnistuneesti suoriutunut, käynnistettiin OPC Server -kone uudelleen olettaen, että kaikki on tehty manuaalin mukaan ja arvot näkyisivät OPC-palvelimella. Uudelleen käynnistytksen jälkeen OPC-palvelimen sisältöä tutkittiin Valmet Test clientillä, mutta arvot eivät kuitenkaan näkynyt palvelimella.

Useiden eri yritysten jälkeen, automaatiojärjestelmän mitta-arvot eivät näkyneet DNA:n OPC-palvelimella Valmet Test clientillä tarkasteltaessa. Uudelleen luettaessa manuaalia kuitenkin huomattiin, että ohjeistus ei ole sopiva tässä työssä. Manuaalissa ohjeistetaan asiakasliityntää muiden automaatiojärjestelmien OPC-palvelimelle ja tässä työssä käytössä oli DNA:ahan integroitu oma OPC-palvelin.

4.3 Integraatio staattisen nimiavaruuden avulla

Kun integraatio FbCAD-toimilohkoilla ei onnistunut, uusia tapoja integraation toteuttamiselle aloitettiin etsimään. OPC Server -koneen lokista huomattiin, että OPC-palvelin ei käynnisty, koska address.dat niminen tiedosto puuttuu. Kyseisen lokin sijainti on c:\dna\XA\DNAOPCserver\AO01_1.log. Tiedoston puuttumisen vuoksi OPC-palvelimelle luotiin address.dat -tiedosto c:\dna\XA\DNAOPCserver -hakemistoon. Address.dat -tiedoston yksittäiselle riville kirjoitetaan piirin tag -nimi, sekä piiristä mitatun arvon tyyppi. Esimerkiksi: pr:TT-11:av. Kuvassa 12 on esiteltynä osa tiedoston sisällöstä.



```
address - Notepad
File Edit Format View Help
pr:FIC-51:isp
pr:FIC-51:ma
pr:FIC-51:me
pr:FIC-51:pos
pr:FIC-51:spa
pr:FIC-52:isp
pr:FIC-52:ma
pr:FIC-52:me
pr:FIC-52:pos
pr:FIC-52:spa
pr:FIC-53:isp
pr:FIC-53:ma
pr:FIC-53:me
pr:FIC-53:pos
pr:FIC-53:spa
pr:FIC-61:isp
pr:FIC-61:ma
pr:FIC-61:me
pr:FIC-61:pos
pr:FIC-61:spa

pr:LI-002:av
pr:LIC-51:isp
pr:LIC-51:ma
pr:LIC-51:me
pr:LIC-51:pos
pr:LIC-51:spa
pr:LIC-61:isp
pr:LIC-61:ma
pr:LIC-61:me
```

Kuva 12. address.dat -tiedosto

Tiedoston lisäämisen ja OPC-palvelimen uudelleenkäynnistyksen jälkeen tiedostoon kirjoitetut mitta-arvot näkyivät OPC-palvelimella Valmet Test clientillä tarkasteltaessa.

5. TULOSTEN ARVIOINTI JA YHTEENVETO

Työn tavoitteeseen päästiin: tislauskolonnin ohjauspiirien mitta-arvot näkyvät DNA:n OPC-palvelimella. Työn eteneminen ei kuitenkaan sujunut ilman ongelmia. Automaatioverkolle sekä tislauskolonnille tehtiin useita muutoksia tämän työn aikana, mitkä hidastivat työn etenemistä. Muun muassa tislauskolonnin DNA-automaatiojärjestelmä uudistettiin työn aikana uusimpaan versioon, sekä DNA-ympäristössä toimineita koneita asennettiin uudelleen ja tämän vuoksi käyttäjätunnukset jouduttiin aina uudestaan luomaan. Työn rakenne ja luonne muuttui työn edetessä moneen kertaan ja sen takia tämä työ saattaa vaikuttaa kokoelmalta eri asioita varsinkin työn teoriaosuudessa.

FbCAD:in OPC I/O-toimilohkojen toimivuutta ei päästy tässä työssä todentamaan. Nämä toimilohkot mitä ilmeisimmin toimivat rajapintoina muiden järjestelmien OPC-rajapintoihin. Esimerkiksi jos DNA:n tarvitsisi kytkeytyä jonkun muun valmistajan automaatiojärjestelmään, tulisi näille FbCAD-toimilohkoille varmasti käyttöä.

Vaikkakin työ onnistui ja mitta-arvot näkyvät OPC-palvelimella address.dat tiedoston avulla, varsinainen toiminnallisuus tämän tiedoston takana jäi epäselväksi, koska tietoa address -tiedostosta ei ole saatavilla. DNA Manualsin OPC Server -osiossa liitteessä 3 kuitenkin luetellaan OPC Serverin konfiguraatitiedoston AO01_cpu sisältämien parametrien merkityksiä ja tässä liitteessä mainitaan address.dat tiedostosta seuraavasti:

Static namespace file name	address.dat	Name of the static namespace specification file. A nonempty string as the value disables the Directory Data configuration module-based namespace mechanisms. The namespace instead is read from the specified text file.
----------------------------	-------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

AO01_cpu sijaitsee samassa hakemistossa kuin address.dat eli C:\dna\XA\DNAOPCServer. Address.dat -tiedoston sisältö luo siis DNA-järjestelmään eräänlaisen staattisen nimiavaruuden. Kun konfiguraatitiedostoon lisätään Static namespace file name -kenttään jokin tiedoston nimi, kehitetään nimiavaruus Directory Data konfiguraation sijasta tämän kentän sisältämän tiedoston avulla.

Tästä Directory Data -mekanismista ei löytynyt minkäänlaista selitystä sen toiminnallisuudesta. DNA Manualsin OPC Server osiossa kappaleessa 15.2.3, jossa esitellään esimerkkejä AO01_cpu konfiguraatitiedoston parametreille, mainitaan Directory Data parametrin Module Package 1 kohdalla seuraavasti: ”During start up, DNAopc Server will try to load the Directory Data configuration module DIR1 and generate a namespace according to its contents”. Tarkasteltaessa OPC Serverin konfiguraatitiedostoa AO01_cpu

huomattiin, että tiedostossa ei ole parametria Module Package 1. Tässä työssä ei oteta kantaa siihen, mitä tällä parametrilla tehdään. Spekulaationa voidaan kuitenkin esittää, että mikäli nimiavaruus saataisiin käyttöön tätä parametria käyttämällä, ei tarvitsisi erikseen eritellä mitä arvoja OPC Serverillä näkyisi, kuten address.dat -tiedoston tapauksessa, vaan DNA:n kaikki datapisteet ladattaisiin OPC Serverille automaattisesti koneen käynnistyessä.

Loppujen lopuksi todettakoon, että integraatio address.dat -tiedoston avulla osoittautui huomattavasti helpommaksi kuin integraation toteuttaminen FbCAD -kuviin lisäämällä toimilohkoja. Kuitenkin mikäli integraatio saataisiin toimimaan siten, että kaikki datapisteet ladattaisiin automaattisesti Directory Data -mekanismin avulla, olisi se kaikista helpoin ja yksinkertaisin tapa.

LÄHTEET

- [1] Verkkosivu. R. Cook, Interpreting Piping and Instrumentation Diagrams-Symbology. Saatavissa (18.02.2018): <https://www.aiche.org/chenected/2010/09/interpreting-piping-and-instrumentation-diagrams-symbology>
- [2] H. Martin, Collaborative Process Automation Systems, 2012, Viitattu: 12.04.2018.
- [3] Verkkosivu. Novotek, OPC ja OPC UA. Saatavissa (14.09.2017): <https://www.novotek.com/fi/ratkaisut/kepware-kommunikointialusta/opc-ja-opc-ua>
- [4] Verkkosivu. OPC Foundation, History. Saatavissa (14.09.2017): <https://opcfoundation.org/about/opc-foundation/history/>
- [5] Verkkosivu. OPC Foundation, What is OPC. Saatavissa (6.10.2017): <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/>
- [6] Verkkosivu. SMC, Pyramid of Automation. Saatavissa (12.04.2018): <https://www.smctraining.com/en/webpage/indexpage/312>
- [7] ASE-6010 2017-01 Tietoverkkopohjainen automaatio, Luento 3, Horisontaalinen ja vertikaalinen integraatio
- [8] Unified Automation. <http://documentation.unified-automation.com/uasdkcpp/1.2.1/images/l3classicintroduction.png>
- [9] Verkkosivu. Valmet Automation, Process controls with Valmet DNA automation system, Saatavissa (18.02.2018): <http://www.valmet.com/automation-solutions/valmet-dna-dcs/>
- [10] Valmet Automation, DNA Manuals.
- [11] Valmet Automation, Opetusmateriaali.
- [12] A. Virtanen, Monikäyttöisen Oppimisen Riskinarviointi ja Kehityssuosituksset, Tampere Teknillinen Yliopisto, 2014, Saatavissa (11.07.2017): <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/23095/Virtanen.pdf?sequence=1>
- [13] Verkkosivu. Björn Wahlström, Damatic – Suomen automaatioteollisuuden voimanäytös, Saatavissa (14.10.2017): <http://www.bewas.fi/damatic.pdf>

LIITE 1: DNA OPC LÄHTÖLOHKON PARAMETRIT

Kenttä	Merkitys	Käyttö
OUTPUT MODULE NAME	Toiminnon nimi	Metso DNA:n sisäinen nimi toiminnolle
OPC Server name	OPC-palvelimen sym- bolinen Metso DNA - nimi	
OPC Group Name	OPC-ryhmän Metso DNA -nimi	
OPC item name	Lähdön alkion nimi OPC-palvelimella	
Writemode		Normal: jatkuva kirjoitus OPC-palvelimelle Onwrite: kirjoitetaan OPC-palvelimelle vain silloin, kun Metso DNA:sta kirjoitetaan OPC- lähtötoimintoon
Writemask	Kirjoituksen vikabitti- maski	Metso DNA:n vikabittikombinaatio, jolla kir- joitus palvelimelle on estetty.
Mincha	Minimimuutos kopi- ointiehtona	OPC-asiakas kirjoittaa palvelimelle uuden ar- von vain, jos arvo on muuttunut tarpeeksi ver- rattuna edelliseen kirjoitukseen. Jäsen mincha määrittää muutoksen, joka vähintään vaaditaan (absoluuttiarvo), jotta uusi kirjoitus tehdään. Jos mincha on jätetty määrittelemättä tai sen arvoa ei osata tulkita, kirjoitetaan palvelimelle uutta arvoa jatkuvasti (mincha jätetään huo- miotta)
OPC item name	Takaisinkytkennän al- kion nimi OPC-palve- limella	Alkion tunnistetieto OPC-palvelimella

Data Location	Tiedon sijainti: Palvelimella/laitteella	cache: muuttujan arvo haetaan/kirjoitetaan palvelimen muistin kautta. device: muuttujan arvo haetaan/kirjoitetaan suoraan OPC-palvelimen ”takana” olevalle laitteelle
DNA type	Metso DNA:n tietotyyppi	Tietotyyppi voi olla esim. skalaariluvulla ana ja taulukolla ana_3 (taulukot ovat aina array-tyyppisiä).
Access path	Polku laitetietoon	OPC-palvelimella voi olla vaihtoehtoisia reittejä laitteelle. Määritys on valmistajakohtainen
Array base	OPC-taulukon indeksoinnin alkuarvo	Määrittää taulukon aloitusalkion (valmistajakohtainen).
Requested type	Palvelimelta pyydetty tyyppi	Palvelimelta voidaan pyytää data tietyn tyyppisenä (katso luvun 9 ”Tietotyypit” taulukon sarake Kanoninen Variant-tyyppi). Huom! Kaikki palvelimet eivät tue tätä ominaisuutta

LIITE 2: DNA OPC SERVER LOHKON PARAMETRIT

Kenttä	Merkitys	Käyttö
OPC Server name	OPC-palvelimen symbolinen nimi prosessinohjauspalvelimen (PCS) konfiguraatiossa	Tätä nimeä käytetään OPC-ryhmine ja -alkioiden konfiguraatiossa
OPC server progID	OPC-palvelimen tunnus	Yksilöllinen tunnus palvelimelle
Host 1	Isäntäkoneen tunnus (OPC-palvelin)	Palvelinkoneen DNS-nimi tai IP-osoite
Host 2	Isäntäkoneen tunnus (varmennettu OPC-palvelin)	Palvelinkoneen DNS-nimi tai IP-osoite
Server context	OPC-palvelimen tyyppi	<p>inproc = palvelin sijaitsee samalla koneella kuin PCS ja on tyypiltään ns. inprocess-palvelin (.dll)</p> <p>local = palvelin sijaitsee samalla koneella kuin PCS ja on itsenäisesti ajettava ohjelma (.exe)</p> <p>remote = palvelin sijaitsee eri koneella kuin PCS ja on itsenäisesti ajettava ohjelma (.exe)</p>

LIITE 3: DNA OPC GROUP LOHKON PARAMETRIT

Kenttä	Merkitys	Käyttö
OPC group name	OPC-ryhmän symbolinen nimi PCS-konfiguraatiossa	Tätä nimeä käytetään OPC-alkioiden konfiguraatiossa
OPC Server name	OPC-palvelimen symbolinen nimi PCS-konfiguraatiossa	
Update rate	Ryhmän päivitysväli (ms)	Kommunikoinnin optimointi
Communication	OPC-asiakkaan ja -palvelimen välisen kommunikointitavan määrittäminen	<p>async: asiakas kysyy tiedot palvelimelta, mutta ei jätä odottamaan palvelimen vastausta.</p> <p>sync: asiakas kysyy tiedot syklisesti palvelimelta ja odottaa, kunnes palvelin vastaa.</p>
% Deadband	Alkion arvo-osassa tapahtunut muutos (%-mitta-alueesta), joka aktivoi palvelimen päivittämään muutoksen asiakkaalle	Async-kommunikoinnin optimointi.
Visibility	OPC-ryhmän tyyppi	<p>Private = jokaisella OPC-asiakkaalla omat erilliset kommunikointiryhmät</p> <p>PublicCreate = luo julkisen ryhmän, johon muut OPC-asiakkaat voivat kytkeytyä</p> <p>PublicUse = käyttää jo luotua julkista ryhmää</p>